

# matematikos dalykui taikymo patirties analizė

Joana Kastickaitė, Aleksandras Krylovas, Saulius Norvaišas,  
Tadas Laukevičius

*Mykolo Romerio universitetas, Socialinės informatikos fakultetas*

Ateities g. 20, LT-08303 Vilnius

E. paštas: kasjoa@mruni.eu, krylovas@mruni.eu, saunor@mruni.eu, tadas@mruni.eu

**Santrauka.** Aprašoma pirmoji patirtis taikant įtinklintą mokymo(si) metodą (İMM) taikomosios matematikos dalyko dėstyje. İMM numato aktyvų studentų ir dėstytojo naudojimąsi internetinėmis technologijomis ir specialia programine įranga. Šio metodo taikymas matematikos dalykams nėra trivialus ir reikalauja ieškoti naujų didaktinių sprendimų.

**Raktiniai žodžiai:** matematikos dėstyimas, įtinklinto mokymo(si) metodas, inovatyvūs mokymo(si) metodai.

## 1 Įtinklinto mokymo(si) koncepcija

2010 m. Mykolo Romerio universitete (MRU) pradėtas taikyti įtinklinto mokymo(si) metodas (İMM) žengia tik pirmuosius žingsnius. Išleista metodinė medžiaga [2] pasiūlo bendras dėstytojo ir studijuojančiojo sąveikos organizavimo schemas, ruošiant verslo informatikos specialistus. Matematikos dalykų mokyme reikalingas papildomas İMM naudojimo tyrimas, kuris leistų pasiūlyti optimalius šio metodo diegimo įvairių specialybių studentams modelius.

Matematikos dalykuose dažnai svyruojama tarp dviejų polių, kai vieni akcentuoja darbą auditorijoje, sprendžiant uždavinius, o kiti – savarankišką mokymąsi. İMM sujungia abu šiuos kraštutinius, papildydamas mokymusi komandose.

İMM – tai naujas inovatyvus studijų metodas, kai dalykinės srities žinios, gebėjimai ir įgūdžiai įgyjami bei įtvirtinami, studijuojant anoniminėse komandose, naudojant specialią programinę įrangą [3]. İMM galima naudoti visur, kur yra interneto prieiga. Jis pasižymi lankstumu, pasirenkant dalyvavimo laiką, kūrybiškumo ir konstruktyvumo skatinimu, įgyjant bendrąsias ir specialiąsias kompetencijas. Naudojant İMM, galima užtikrinti geografinį prieinamumą bei padidinti studijų sistemos efektyvumą, vykdomų studijų programų kokybę.

Įtinklintame mokymesi svarbiausią vaidmenį atlieka duomenų apdorojimo algoritmai, kurie techninės („kietosios“) ir programinės („minkštosios“) įrangos pavidalu įkūnyti kompiuteriuose. Tai sudaro technologinę İMM bazę. Organizuojant mokymą ir remiantis technologine mokymosi baze svarbu tai, jog jos buvimas sudaro vienodas sąlygas įvairiakrypčiai (kai duomenų perdavėjas yra jų ir priėmėjas) ir koordinuotai visų mokymosi proceso dalyvių komunikacijai, tačiau negarantuoja, kad vieni dalyviai (pavyzdžiui, dėstytojai) nebus labiau privileijuoti nei kiti (pavyzdžiui, studentai). Kitaip sakant, pačioje technologinėje mokymosi bazėje neįdėta nė menkiausia užuo-

mina apie hierarchiją, tačiau ji gali atsirasti socialiniame lygmenyje įvedus ar pernešus iš anksčiau susidariusią, ar sąmoningai sudarytų struktūrų asimetriją „esantis aukščiau“ – „esantis žemiau“. Svarbiausią ir vienintelį vaidmenį įtinklintame mokymesi vaidina protinės veiklos sfera ir tik ji. IMM nepažeidžia asmenybės sandaros, o tik sustiprina intelektinę galią. IMM sudaro integralią sistemą, kurioje sujungta adaptacija, stebėjimas, autorefleksija, koordinavimas, individualizacija, bendradarbiavimas, konkurencija ir saviorganizacija. IMM papildo dėstytojų ir besimokančiųjų sąveikos modelį, kuriam būdinga diskusija, interakcija, refleksija ir adaptacija.

IMM kartu yra ir probleminis, ir projektinis mokymas. IMM pagrindą sudaro į problemą orientuotas mokymas, nes s-projektų užduotys formuluojamos kaip problemos, kurias studijuojantys turi kiekviename s-projekte išspręsti. S-projektas (nuo angl. *synergistic project*) – minimalus įtinklintos veiklos vienetas, turintis užduotį, pradžios ir pabaigos laiką.

Studijų programos dalykų planuose, kuriuose naudojamas IMM, sudaroma nuosekli teorijos segmentų ir s-projektų kombinacija. Su šiuo vientisu planu (dalyko studijų projektu) studijuojantys susipažįsta prieš prasidedant to dalyko studijoms, planas lydi visą dalyko studijų laikotarpį. IMM leidžia planą koreguoti priklausomai nuo studijuojančių progreso, todėl studijų planas (projektas) gali būti adaptyviai valdomas. Studijuojantys betarpiškai stebi studijų plano (projekto) valdymą ir gali patys jame dalyvauti.

IMM – studijų metodas, kai, pavyzdžiui, be teorinių pagrindų, pateikiamų tiek (video) paskaitų, tiek ir savarankiškų studijų būdu, anoniminėse komandose studijuojantys konstruoja, sprendžia ir vertina kitų sukonstruotus uždavinius ir jų sprendimus. IMM, paremtas specialia programine įranga, skatina kūrybiškumą, teorijos taikomumą bei konstruktyvumą, vysto gebėjimą dirbti komandose bei objektyvumą vertinant kitų rezultatus.

Įtinklintas mokymasis gali vykti tiek nuotoliniu būdu, tiek ir auditorijoje. Dėstytojas yra studijų dalyko organizatorius, formuluojantis užduotis ir nurodantis vertinimo kriterijus.

S-projektuose rezultatai vertinami ekspertiniu vertinimu. Atliekant projektus, vertinami ne visi duomenys, kurių gali būti tūkstančiai. Pavyzdžiui, jei yra 30 idėjų ir 100 dalyvių, turėsime 30000 vertinimų. Visų jų peržiūrėti neįmanoma, todėl atliekama automatinė duomenų analizė. Išrenkami tik tie dalyviai, kurie rašė idėjas, ir juos ekspertai įvertina. Lyginama, kaip dalyviai vertino vienas kito vertinimus. Nustatomi geriausiai įvertinti dalyviai ir su jų vertinimais lyginami likę dalyviai.

## 2 Pirmas tyrimas

*Šio tyrimo tikslas:* išanalizuoti IMM taikymo pirmąją patirtį, dėstant taikomosios matematikos dalyką MRU Viešojo administravimo ir Organizacijų vadybos studijų programų studentams.

2010–2011 studijų metais tyrimui buvo parinkti Viešojo administravimo programos bakalauro nuolatinį studijų II kurso studentai. Tyrime iš 10 grupių, kurioms 4 semestre dėstomas taikomosios matematikos dalykas, aktyviai dalyvavo tik 19 studentų, nors studijų valdymo sistemoje (SVS) taikomosios matematikos dalyko mokymuisi užsiregistravo 95 studentai. Studentams buvo pateikti trys s-projektai. Pirmieji du s-projektai buvo skirti finansinių skaičiavimų pradmenų tematikai, o trečiasis s-

projektas – apytiksliais lygčių sprendimo metodams (pavyzdžiui, dalijimo pusiau metodu) mokytį.

Studentams buvo nurodoma uždavinių sprendimui reikalinga literatūra, pateikiamos uždavinių sąlygos ir teisingi arba klaidingi uždavinių sprendimai su teisingais arba klaidingais atsakymais. Studentai idėjų (teiginių) rašymo langelyje turėjo rašyti savo vertinimus apie pateiktų uždavinių sprendimų eigos ir atsakymų teisingumą. Taip pat turėjo vertinti kitų studentų ar dėstytojų pateiktų idėjų teisingumą. Studentų pateikiamoje idėjoje turėjo būti nurodyti bent du „faktai“ (galėjo būti ir daugiau): ar sprendimo eiga (nuoseklumas) yra teisinga ar neteisinga, ar nurodytas atsakymas yra teisingas ar neteisingas. Studentams buvo pateiktas idėjos pavyzdys: uždavinio sprendimo eiga yra neteisinga, bet atsakymas teisingas. Eiga neteisinga todėl, kad trečiame žingsnyje nepanaudota antroji formulė. Studentai idėjų negalėjo kartoti. Kad studentai galėtų parašyti savo idėją, turėjo įvertinti visas iki to laiko parašytas idėjas. Jei studentas manė, kad teisingos formuluotės niekas nepateikė arba pateikė neišsamią formuluotę, tik tada turėjo siūlyti savo. Autorius, kuris kartojo jau pateiktą idėją, dėstytojų buvo vertinamas labai blogai. Jei studentas manė, jog iš privalomų dviejų dalių (galėjo būti ir daugiau) susidedanti idėja yra teisinga, ją vertino teigiamai (pvz., +3), jei manė, kad idėja yra neteisinga, ją vertino neigiamai (pvz., –3). Vertinant kitų idėją neigiamai arba nulių, buvo būtinas išsamus komentaras (nurodyti, kas joje neteisinga). Jei studentas vertino idėją teigiamai (t. y. manė, kad idėja teisinga), komentaras nebuvo būtinas. Yra penkios bendros taisyklės, kada idėją s-projekte vertinti „0“: idėja kartojasi, idėja neaiškiai suformuluota, silpnai argumentuota, viename „siuntinyje“ yra kelios skirtingai vertintinos idėjos, idėja per daug paprasta, neįdomi, triviali, idėja parašyta ne į temą, neatitinka užduoties. Todėl s-projektuose idėjos įvertinimas nulių yra dar blogesnis nei jos neigiamas įvertinimas.

Toliau šiame straipsnyje pateiktas vienas iš s-projekto uždavinių.

Taikomoji matematika

Finansinių skaičiavimų pradmenys I

Uždaviniai temai Vertės lygtys

Pinigų vertė kinta, laikui bėgant. Todėl sudarant arba perrašant sandorių sąlygas vadovaujamasi finansinio ekvivalentumo principu. Plačiau žr.: [4, 10–14 pp.]; [1, 39–46 pp.].

1 UŽDAVINYS. Paskola turi būti grąžinta 3 lygiais mokėjimais po 2, 4 ir 5 mėnesių nuo skolinimo datos. Apskaičiuokite mokėjimo sumą, jei paskolinta 10000 Lt ir metinė paprastųjų palūkanų norma lygi 12%. Pinigų palyginamoji data yra paskolos gavimo laikas.

*Sprendimas.* Tarkime, kad  $X$  yra vieno mokėjimo suma. Sudarome ekvivalentumo lygtį:

$$X \left( 1 + \frac{12}{100} \cdot \frac{2}{12} \right)^{-1} + X \left( 1 + \frac{12}{100} \cdot \frac{4}{12} \right)^{-1} + X \left( 1 + \frac{12}{100} \cdot \frac{5}{12} \right)^{-1} = 10000.$$

*Atsakymas.*  $X = 3455,07$  Lt.

Pateikto uždavinio sprendimo eiga teisinga, bet atsakymas nepakankamai tikslus (dėl neteisingo apvalinimo). Tikslus atsakymas turėtų būti  $X = 3455,05$  Lt.

Kiekvienam studentui buvo priskirtas keturių skaitmenų kodas. 1 lentelės ant-rajame – ketvirtajame stulpeliuose pateikti studentų rezultatai s-projektuose, buvo

1 lentelė. 2010–2011 studijų metų tyrimas.

Kodas	Finansinių skaičiavimų pradmenys I	Finansinių skaičiavimų pradmenys II	Finansinių skaičiavimų pradmenys III	S-projektai (taškai už aktyvumą)	Galutiniai taškai	Pažymiai
2550			–0,1	1	31	6
2631			–0,1	1	45	9
3298	–0,52	0,50	–0,1	2	54	10
3417		–0,50		1	39	8
3433	–0,09			1	48	10
3573	–0,18			1	29	6
3662	–0,61	0,00		2	49	10
3719	–0,14	0,75		2	45	9
4383	–0,65	0,00		2	31	6
4405	–0,05		–0,2	2	44	9
4510	–0,41			1	12	2
4561		0,13		1	46	9
4570	0,09	0,63		2	45	9
4790	–0,27			1	44	9
5100	–0,64			1	51	10
5118	–0,05			1	42	8
5193	–0,32	0,00		2	44	9
5304	0,05			1	29	6
5363	–0,56			1	42	8
Koreliacijos	–0,07	0,45		0,31		

naudojama vertinimo sistema (min  $-1$ , max  $1$ ), penktajame stulpelyje – taškai už aktyvumą. Jei studentas dalyvavo dviejuose arba visuose trijuose s-projektuose, jam buvo skiriami du papildomi taškai, jei viename s-projekte – vienas papildomas taškas. Šeštajame lentelės stulpelyje pateikti studentų galutiniai taškai (į juos įeina taškai už du kontrolinius darbus (testus), įvertinimas už darbą praktinių užsiėmimų metu ir taškai už aktyvumą s-projektuose). Paskutiniame lentelės stulpelyje pateikti studentų preliminarūs pažymiai, juos studentai galėjo pagerinti per egzaminą.

Pirmojo, antrojo ir ketvirtojo stulpelių apačioje pateiktos koreliacijos tarp atitinkamo s-projekto rezultatų ir galutinių taškų, taškų už aktyvumą s-projektuose ir galutinių taškų. Koreliacija  $-0,07$  (tarp kintamųjų s-projekto Finansinių skaičiavimų pradmenys I rezultatų ir galutinių taškų) yra silpna. Tarp kintamųjų s-projekto Finansinių skaičiavimų pradmenys II rezultatų ir galutinių taškų vidutinis ryšys, nes koreliacija lygi  $0,45$ . Ryšys tarp kintamųjų (taškai už aktyvumą ir galutiniai taškai) silpnas, nes koreliacija lygi  $0,31$ . Patikimų išvadų, remiantis koreliacijomis, negalime daryti, nes duomenų yra labai mažai. Yra patikrinta, kad lyginant rezultatus, gautus vertinant įvairiais metodais, gaunamos stiprios koreliacijos. Šio tyrimo koreliacijos gali būti silpnos ir todėl, kad studentai nesuprato, kaip reikia atlikti s-projektų užduotis.

Kaip studentai įsisavina mokomąją medžiagą, mokant(is) IMM, patikimų išvadų negalime daryti dar ir todėl, kad tos pačios temos buvo dėstomos paskaitų, praktinių užsiėmimų metu ir s-projektuose. Atliekant tolimesnius tyrimus, būtų naudinga, kai kurias temas mokyti tik IMM ir patikrinti, kaip tas temas įsisavins studentai.

Neaktyvų studentų dalyvavimą s-projektuose galėjo lemti nepakankama studentų motyvacija (mažai taškų buvo skiriama už dalyvavimą s-projektuose). S-projektus sunku taikyti matematikos mokymui ir todėl, kad formules s-projektuose reikia rinkti

**2 lentelė.** 2011–2012 studijų metų tyrimas.

	1 s-projektas	1 testas (max 20)	2 s-projektas	1 testas (max 20)	Iš viso max 10 (s-projektai)	1 testas (max 20)
1	2,88	18	3,43	18	8,11	18
2	–1,50	17	–0,36	17	4,25	11
3	–0,38	17	–0,75	11	4,61	17
4	–1,25	11	–1,75	14	4	11
5	–1,75	14	0,75	4	3,25	14
6	0,25	17	0,75	13	5,11	17
7	0,25	13	4,00	14	5,31	4
8	3,00	14	–1,25	10	5,5	13
9	–2,19	10	–3,29	11	8,5	14
10	–2,88	11	0,00	8	3,28	10
11	0,50	6	0,50	9	1,92	11
12	–0,75	8	–0,56	16	5,25	6
13	–2,50	9	–1,50	16	4,61	8
14	1,25	13	0,50	10	4	9
15	0,25	11	–0,81	8	5,61	13
16	1,07	16	–3,06	13	5,11	11
17	–0,50	11	0,50	12	5,21	16
18	–0,25	14			4,75	11
19	0,50	7			4,81	14
20	0,82	16			5,25	7
21	–0,50	10			4,61	16
22	2,00	8			5	10
23	–0,50	13			5,51	8
24					3,41	13
25					5,25	12
26					4,75	13
Koreliacijos	0,23		0,13		0,17	13

LaTeX sistema, o šios sistemos formulių rinkimo sintaksę sunku įsisavinti pirmojo ar antrojo kurso studentams, ypač socialinių mokslų.

### 3 Antras tyrimas

2011–2012 studijų metais tyrimui pasirinkti MRU Viešojo administravimo programos II kurso 8 grupių ir Organizacijų vadybos programos I kurso 2 grupių bakalauro nuolatinių studijų studentai. Tyrime iš 10 grupių, kurioms dėstomas taikomosios matematikos dalykas (Viešojo administravimo programos 3 semest্রে, Organizacijų vadybos programos 1 semest্রে), dalyvavo 26 studentai. Studijų valdymo sistemoje (SVS) taikomosios matematikos dalyko mokymuisi užsiregistravo 126 studentai.

Nors antrame tyrime dalyvavo daugiau studentų, koreliacijos 0,23; 0,13; 0,17 tarp kintamųjų (s-projektų ir pirmojo testo rezultatų) gautos silpnos (žr. 2 lentelė). To priežastys gali būti panašios arba tos pačios kaip ir pirmame tyrime.

### 4 Išvados

Derinant tradicinį taikomosios matematikos dėstymą (teorinės paskaitos, įprastos praktikos) su IMM galimybėmis, gaunami geri rezultatai, įsisavinant matematinės žinias

ir pritaikant jas uždaviniams spręsti, ugdomas studentų kūrybiškumas, savarankiškumas, skatinamas teorijos taikomumas ir konstruktyvumas, mokantis matematikos, ugdomas studentų objektyvumas, vertinant kitų rezultatus. Tačiau ĮMM taikymas matematikos mokymui(si) nėra trivialus, todėl mokslinė analizė ir empiriniai duomenys gali būti naudingi dėstytojams, naudojančiams (naudosiantiems) ĮMM. Tai pirmas ĮMM mokant matematikos tyrimas. Jis turėtų paskatinti tolimesnius šios srities tyrimus, prisidėti prie ĮMM diegimo, plėtros, mokant(is) matematikos dalykų, universitete.

## Literatūra

- [1] P. Katauskis. *Finansinių skaičiavimų pagrindai*. Vilniaus universiteto leidykla, Vilnius, 2010.
- [2] S. Norvaišas, J. Kalpokas, J. Kastickaitė ir A. Krylovas. *Įtinklintos matematikos studijos*. Mykolo Romerio universiteto leidybos centras, Vilnius, 2011.
- [3] *Studijų valdymo sistema* [interaktyvus]. [Žiūrėta 2012-05-31]. Adresas internete: <http://svs.lt/>.
- [4] E. Valakevičius. *Finansų aritmetika*. Technologija, Kaunas, 2002.

## SUMMARY

### **Analysis of experience in employing the networked teaching/learning method in the applied mathematics**

*J. Kastickaitė, A. Krylovas, S. Norvaišas, T. Laukevičius*

This article describes the first experience with networked teaching/learning method Applied Mathematics course in teaching. Of networked teaching/learning method provides an active students and teacher use of online technologies and special software. The method of mathematics courses is not a trivial matter and requires a search for new didactic solutions.

**Keywords:** teaching of mathematics, networked teaching/learning method, innovative teaching/learning methods.